

PATENT
81788.0191

3/ Priority
Paper
G. Stealy
6-25-01

Express Mail Label No. EL 713 624 587 US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Junichi KINOSHITA

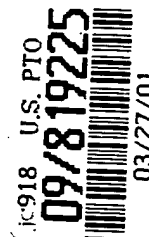
Serial No: Not assigned

Filed: March 27, 2001

For: WAVEGUIDE OPTICAL DEVICE

Art Unit: Not assigned

Examiner: Not assigned



TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Box PATENT APPLICATION
Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Japanese patent application No. 2000-089338 which was filed March 28, 2000, from which priority is claimed under 35 U.S.C. § 119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

HOGAN & HARTSON L.L.P.

Date: March 27, 2001

By: _____

Louis A. Mok
Registration No. 22,585
Attorney for Applicant(s)

500 South Grand Avenue, Suite 1900
Los Angeles, California 90071
Telephone: 213-337-6700
Facsimile: 213-337-6701

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 3月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-089338

出 願 人

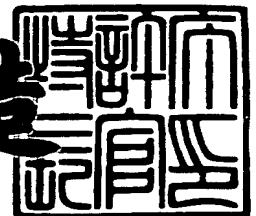
Applicant(s):

株式会社東芝

2001年 1月19日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3112728

【書類名】 特許願

【整理番号】 12227201

【提出日】 平成12年 3月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 3/18

【発明の名称】 導波路型光素子

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
マイクロエレクトロニクスセンター内

【氏名】 木 下 順 一

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

【識別番号】 100064285

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 一 雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100088889

【弁理士】

【氏名又は名称】 橘 谷 英 俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100082991

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

【選任した代理人】

【識別番号】 100108062

【弁理士】

【氏名又は名称】 日 向 寺 雅 彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004444

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 導波路型光素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を導波する導波路を備えた光素子であって、

前記導波路は、導波方向に延在する略ストライプ状の凸部として形成されたリッジ導波路部と、前記リッジ導波路部に光学的に結合された利得領域において光を導波する利得導波路部と、を有することを特徴とする導波路型光素子。

【請求項 2】

前記導波路の上面に設けられた電極と、

前記利得導波路部から前記導波路の側方に延在する延伸部と、

前記電極に接続され前記延伸部の上面に延在する電極パッドと、

をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 記載の導波路型光素子。

【請求項 3】

前記電極パッドからの電流の注入を抑制するために前記延伸部の少なくとも一部が高抵抗化されてなることを特徴とする請求項 2 記載の導波路型光素子。

【請求項 4】

前記電極パッドからの電流の注入を抑制するために前記電極パッドと前記延伸部の少なくとも一部との間に絶縁層が設けられたことを特徴とする請求項 2 記載の導波路型光素子。

【請求項 5】

前記利得導波路部の長さは、前記導波路の全長の $1/10$ 以下であることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 つに記載の導波路型光素子。

【請求項 6】

前記導波路に沿って設けられ前記導波される光に対して光学的な摂動を与える回折格子をさらに備え、

前記利得導波路部が前記導波路を導波される光に対して実質的な位相シフト作用を及ぼすことを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 つに記載の導波路型光素子。

【請求項 7】

前記導波路型光素子は、前記導波路においてレーザ発振を生ずる分布帰還型レーザであり、前記利得導波路部における前記位相シフト作用は、前記レーザに供給するバイアス電流や発振しきい値に応じて変化することを特徴とする請求項 6 記載の導波路型光素子。

【請求項 8】

前記位相シフト作用の前記変化は、チャープングをうち消すように生ずることを特徴とする請求項 7 記載の導波路型光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、導波路型光素子に関する。さらに詳細には、本発明は、リッジ型導波路を有する半導体レーザあるいは光変調器などの導波路型光素子において、その導波路の一部を利得型導波路とすることにより、平滑な配線層を実現し且つ位相シフトなどの効果も得ることができる導波路型光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

導波路 (waveguide) を有する光素子としては、半導体レーザなどの各種の発光素子、光変調器、あるいは導波路型フォトダイオードなどの各種の受光素子などを挙げることができる。例えば、半導体レーザに関しては、「リッジ (ridge) 導波路 (RWG) 型」と称される構造が知られている。これは、活性層の上側のクラッド層 (cladding layer) が凸状の断面を持つように加工されたストライプ状の導波路を有するものである。このタイプの導波路においては、クラッド層に形成されたリッジ部分の下の活性層も含めたストライプ状の部分が導波路として作用し、光が導波される。

【0003】

図 8 は、従来のリッジ導波路型の半導体レーザの典型的構造を表す斜視図である。すなわち、同図に例示したレーザは、長距離高速光通信の分野で用いられる InGaAsP/InP 系半導体レーザである。その概略構成を説明すると以下の如くであ

る。

【0004】

n型InP基板1上には、n型InP下方クラッド層2、InGaAsPから構成されるMQW (multiple-quantum well) 構造の導波路コア層兼活性層3、p型InP上方第1クラッド層4、p型InGaAsPエッチストップ層5、p型InP上方第2クラッド層6、p型InGaAsP障壁緩和層7および p^+ 型InGaAsコンタクト層8がこの順序に積層されている。ここで、障壁緩和層7は、 p^+ 型InGaAsコンタクト層8とp型InP上方第2クラッド層6間の障壁による整流性を緩和する役割を有する。

【0005】

そして、p型エッチストップ層5よりも上のp型上方第2クラッド層6、p型障壁緩和層7および p^+ 型コンタクト層8が、例えば幅約 $2\mu\text{m}$ のストライプ状にパターンニングされ、凸状断面を持つリッジ導波路が形成されている。

【0006】

さらに、素子の上下には、p側電極20、n側電極21が形成されている。

【0007】

このような構成を有するリッジ導波路型半導体レーザは、リッジの幅を狭くすれば、それだけ寄生容量も小さくでき、高速応答性を容易に達成することができる。

【0008】

なお、本願明細書においては、図8に例示したもの以外にも、例えば、導波路のコアとなる活性層3あるいはそれよりも下の層までメサ状にパターンニングしたものも「リッジ導波路」と定義する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、図8に例示したような従来のリッジ導波路型半導体レーザにおいては、リッジの上面に形成した電極に対する配線不良が生じやすいという問題があった。

【0010】

すなわち、リッジの上面にストライプ状に形成されたp側電極20に電流を供

給するためには、p 側電極 2 0 からリッジの段差を介して底面に延在する電極パッド 3 0 を形成し、底面部において電極パッド 3 0 に金ワイア 4 0 をボンディングして外部電源と接続する必要がある。この時に、さらに、電極パッド 3 0 の下やリッジの側壁には電極的な絶縁のための SiO_2 膜 1 0 0 が必要となる。

【 0 0 1 1 】

しかしながら、このようなリッジの段差を含んだ部分において薄膜形成プロセスを行うと、 SiO_2 膜 1 0 0 が「段切れ」を生じて絶縁が破れたり、電極パッド 3 0 も「段切れ」を生じて p 側電極 2 0 に対して接続不良が起こりやすいという問題があった。

【 0 0 1 2 】

リッジ導波路の変型例としては、ストライプ状に突出した導波路層を形成してから、その周囲を屈折率の低い媒質で埋め込む、いわゆる「埋込型導波路構造」もある。この構造によれば、リッジの段差を埋め込んで平坦な表面を形成することも可能となる。しかし、埋込型導波路構造を形成するためには、この埋込のための結晶成長工程が余分に必要とされ、さらに、リッジの頭頂面と同一レベルの平滑面を形成することは容易でなく、製造工程が煩雑になるという問題が生ずる。

【 0 0 1 3 】

これらに従来技術に対して、リッジを平坦化するのにポリイミド等の樹脂を利用する方法が考えられる。

【 0 0 1 4 】

図 9 は、本発明者が試作したリッジ導波路型の半導体レーザの変型例である。同図については、図 8 に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【 0 0 1 5 】

図 9 に表した半導体レーザにおいては、リッジの一部に接続するようにポリイミドの台座 2 0 0 が形成されている。リッジの上面と台座 2 0 0 の上面とはほぼ同一レベルとされている。そして、この台座 2 0 0 の上面に延在するように電極パッド 3 0 を形成し、金ワイア 4 0 がボンディングされている。

【 0 0 1 6 】

このような台座 2 0 0 を設けることにより、リッジの段差を解消し、「段切れ」による配線不良を防ぐことが可能である。但し、本発明者の試作の結果によれば、この構造を形成するに際しても、問題があることが判明した。すなわち、台座 2 0 0 を形成するためには、まず、ウェーハ全面にポリイミドを塗布し、全体的に徐々に薄くすることによってリッジの頭頂を露出させ、しかる後にポリイミドをパターニングする必要がある。しかし、このようなリッジ上面の露出やポリイミドのパターニングは容易ではない。また、樹脂（ポリイミド）の硬化のための熱処理（キュア）も必要とされる。さらに、キュアに伴って樹脂の体積が縮小したり、キュアが足りないと吸湿性があり信頼性が劣化しやすいという問題もあることが判明した。

【 0 0 1 7 】

本発明は、かかる課題の認識に基づいてなされたものである。すなわち、その目的は、リッジ導波路を有する従来の導波路型光素子の欠点を克服し、樹脂工程などを用いずに電極とパッドとをプレーナ状に接続できる導波路型光素子を提供することにある。

【 0 0 1 8 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の導波路型光素子は、光を導波する導波路を備えた光素子であって、前記導波路は、導波方向に延在する略ストライプ状の凸部として形成されたリッジ導波路部と、前記リッジ導波路部に光学的に結合された利得領域において光を導波する利得導波路部と、を有することを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

ここで、前記導波路の上面に設けられた電極と、前記利得導波路部から前記導波路の側方に延在する延伸部と、前記電極に接続され前記延伸部の上面に延在する電極パッドと、をさらに備えることにより、リッジ導波路部の上面から連続する平坦面上で電極パッドを接続することができ、「段切れ」などの問題を解消することができる。

【 0 0 2 0 】

また、前記電極パッドからの電流の注入を抑制するために前記延伸部の少なくとも一部が高抵抗化されてなるものとすれば、利得導波路部の導波効率を高くすることができる。

【 0 0 2 1 】

または、前記電極パッドからの電流の注入を抑制するために前記電極パッドと前記延伸部の少なくとも一部との間に絶縁層を設けることによっても、利得導波路の導波効率を高くすることができる

一方、導波効率を高く維持するためには、前記利得導波路部の長さを、前記導波路の全長の $1/10$ 以下とすることが望ましい。

【 0 0 2 2 】

また、前記導波路に沿って設けられ前記導波される光に対して光学的な摂動を与える回折格子をさらに備え、前記利得導波路部が前記導波路を導波される光に対して実質的な位相シフト作用を及ぼすものとすれば、回折格子に対するブラッグ波長を有する導波光の位相条件を最適化することができる。

【 0 0 2 3 】

ここで、前記導波路型光素子を、前記導波路においてレーザ発振を生ずる分布帰還型レーザとした場合は、前記利得導波路部における前記位相シフト作用は、前記レーザに供給するバイアス電流や発振しきい値に応じて変化するものとすることができる。

【 0 0 2 4 】

さらに、前記位相シフト作用の前記変化は、チャージングをうち消すように生ずるものとすれば、直接変調させても波長の変動がないレーザを実現することができる。

【 0 0 2 5 】

【発明の実施の形態】

本発明のひとつのポイントは、リッジ導波路の一部を利得導波路に置き換えることにより、リッジの上面から側方に平坦に延在する延伸部を設ける点にある。このような利得導波路の平坦部分には、「段切れ」を生ずることなく電極パッド

あるいは電極自身を形成することが可能となる。さらに、回折格子を有する導波路においては、この利得導波路の部分を実効的な「位相シフト領域」として作用させることも可能となる。

【0026】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0027】

図1は、本発明にかかる導波路型光素子の平面構成を概念的に表す説明図である。

【0028】

すなわち、本発明の導波路型光素子OPは、発光素子、光変調器あるいは受光素子などの素子であり、導波路Wを有する。そして、導波路Wは、リッジ導波路部Rと利得導波路部Gとを有する。

【0029】

ここで、リッジ導波路部Rは、典型的には略メサ状に突起してその横方向両側の媒質との屈折率の差によって光を導波する形式の導波路であり、図8に関して前述したように、メサ部にコアを含んでも含まなくても良い。

【0030】

一方、利得導波路部Gは、屈折率分布によって光を導波するのではなく、利得の高い領域において光が導波される形式の導波路である。すなわち、屈折率分布がない場合、光は利得の高い領域において誘導放出により増幅される。この結果として、利得の高い領域（ゲイン領域）が導波領域として作用する。従って、利得導波路部Gには段差（メサ）を設ける必要はなく、電極もストライプパターンのみで良い。ゆえに、この部分を通路としてプレーナ状態でワイアボンディング用の電極パッドへ電氣的接続が可能である。

【0031】

なお、利得導波路においては、利得の高い中央付近の部分から光放射が生ずるので、進行波の波面は進行方向に向かって中央付近が突出した形状を有する。このような利得領域を形成するためには、例えば導波方向に沿って電流を選択的に注入すればよい。例えば、ストライプ状の電極を介して電流を選択的に注入する

か、あるいは電流ブロック層を設けて電流を選択的に注入しても良い。

【 0 0 3 2 】

図 1 に例示したように、本発明の導波路型光素子 O P は、リッジ導波路の一部を利得導波路部 G に置き換えた構成を有する。そして、利得導波路部 G から導波路 W に対して横方向に平坦に伸びた延伸部 G E をさらに有する。この延伸部 G E の上面に渡って電極パッドを形成すれば、「段切れ」などの問題は生ずることがない。

【 0 0 3 3 】

さらに、後に本発明の実施例として詳述するように、導波路が回折格子を有する場合には、利得導波路部 G を実質的な「位相シフト」として作用させることもできる。

【 0 0 3 4 】

なお、図 1 においては、利得導波路部 G を導波路 W の端部に設けた例を表したが、本発明はこれに限定されるものではなく、利得導波路部 G を導波路 W の中程に設けても良い。

【 0 0 3 5 】

また、延伸部 G E は、導波路 W の両側に設ける必要はなく、どちらか一方のみに設けても良く、また、その平面形状についても、長方形状に限定されず、以下に実施例として詳述するような各種の形状とすることができる。

【 0 0 3 6 】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施例について詳細に説明する。

【 0 0 3 7 】

(第 1 の実施例)

まず、本発明の第 1 の実施例として、図 8 に例示した半導体レーザに対応する本発明の導波路型光素子について説明する。

【 0 0 3 8 】

図 2 は、本発明の第 1 の実施例としての半導体レーザの構成を例示する斜視図である。また、図 3 (a) 及び (b) は、それぞれ図 2 における A - A 、 B - B 線断面図である。図 2 及び図 3 については、図 8 に関して前述したものと同様の

要素には同一の符号を付する。

【 0 0 3 9 】

本実施例の半導体レーザは、リッジ導波路型半導体レーザであり、長距離高速光通信の分野で用いられる 1.3 乃至 1.55 μm 前後の波長帯で発振する InGaAsP/InP 系レーザである。製造手順に従ってその構成を説明すると以下の如くである。

【 0 0 4 0 】

まず、n 型 (100) InP 基板 1 上に、n 型 InP 下方クラッド層 2、InGaAsP から構成される MQW (multiple-quantum well) 構造の導波路コア層兼活性層 3 (約 0.1 μm 厚)、p 型 InP 上方第 1 クラッド層 4 (約 0.15 μm 厚)、p 型 InGaAsP エッチストップ層 5 (約 0.05 μm 厚)、p 型 InP 上方第 2 クラッド層 6 (約 1.3 μm 厚)、p 型 InGaAsP 障壁緩和層 7 (約 0.04 μm 厚) および p⁺ 型 InGaAs コンタクト層 8 (約 0.1 μm 厚) を平坦に結晶成長する。ここで、障壁緩和層 7 は、p⁺ 型 InGaAs コンタクト層 8 と p 型 InP 上方第 2 クラッド層 6 との間のバンド障壁による整流性を緩和するために設けたものであり、両者の中間的な組成である 1.3 μm 帯に対応するバンドギャップを有するものとした。

【 0 0 4 1 】

次に、硫酸系エッチャント (たとえば、硫酸 4 + 過酸化水素 1 + 水 1) を用いて、p 型 InGaAsP 障壁緩和層 7 および p⁺ 型 InGaAs コンタクト層 8 のうちで幅約 2 μm のストライプ状部分と延伸部 GE となる部分とを残して、他の部分をエッチング除去する。

【 0 0 4 2 】

次に、これらの層をマスクとして塩酸 (HCl) 系エッチャントによりエッチングすると、p 型 InGaAsP エッチストップ層 5 までの間の p 型 InP 上方第 2 クラッド層 6 がほぼ垂直にエッチングされる。HCl 系エッチャントは InP にのみに作用するので、エッチングはエッチストップ層 5 で正確に止まる。こうして、凸状断面を持つリッジ導波路と、その一部において両側に所定の形状で伸びる延伸部 GE とを一体に形成することができる。しかもリッジ導波路から延伸部 GE に至る上面を平坦に形成することができる。

【 0 0 4 3 】

なお、上述したエッチング工程においては、硫酸や塩酸系のエッチャントを用いたウェットエッチングの代わりに、R I E (reactive ion etching) や C D E (chemical dry etching) あるいはイオンミリングなどのドライエッチングを用いても良い。

【 0 0 4 4 】

次に、導波路Wの上にストライプ状のp側電極20を形成し、また基板1の裏面にn側電極21を形成する。さらに、p側電極20から延伸部GEに延在する電極パッド30を形成する。そして、電極パッド30の末端付近にワイア40をボンディングして配線が完了する。

【 0 0 4 5 】

このようにして形成される半導体レーザの導波路Wは、横方向の屈折率差により光を導波するリッジ導波路部Rと、ストライプ状の電極から選択的に電流を注入することにより利得領域で光を導波する利得導波路部Gと、を有する。そして、利得導波部Gから平坦に伸びた延伸部GEに渡って「段切れ」を生ずることなく電極パッド30を形成することができる。

【 0 0 4 6 】

ここで、利得導波路部Gの領域は導波路Wすなわち全共振器長のうちの約10%以下とすることが望ましい。つまり、導波路Wの全長が200～300 μ mの場合には、利得導波路部Gの導波方向の長さは、20～30 μ m程度以内に限定する。その理由は、利得導波によるレーザ発振は、しきい値が高く、横モードが不安定になりやすいためである。一方で、電極パッド30とp側電極20との電氣的な接続は、この程度のサイズでも十分に確保することができる。

【 0 0 4 7 】

つまり、本発明においては、利得導波路部Gの長さを、必要最小限に抑えることが望ましい。こうすることで、低しきい値や安定な横モード特性を損なわずに電極のプレーナ接続が可能となる。

【 0 0 4 8 】

ところで、利得導波路部Gにおいて導波路として作用する部分を明瞭に区画す

るためには、活性層 3 に対する電流の注入箇所を正確に区画し、導波路部以外での電流の注入を抑制する必要がある。このためには、例えば、電極パッド 3 0 の下に絶縁層（図示せず）を設けたり、あるいは、導波領域に対応した開口を有する電流ブロック層（図示せず）を電極と活性層との間に設けたりして、導波路部以外での電流の注入を抑制すると良い。

【 0 0 4 9 】

また、プロトン照射によって導波路以外の部分すなわち延伸部 G E を高抵抗化させると、さらに利得導波の作用が効果的になる。

【 0 0 5 0 】

図 4 は、プロトン照射を行った半導体レーザの構成を例示する斜視図である。また、図 5（a）及び（b）は、それぞれ図 4 における A - A、B - B 線断面図である。図 4 及び図 5 については、図 1、図 2 及び図 8 に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付する。

【 0 0 5 1 】

図 4 及び図 5 に表した半導体レーザにおいては、延伸部 G E にプロトンが照射されて形成された高抵抗領域 4 0 0 が形成されている。このように高抵抗領域 4 0 0 を形成すれば、利得導波路部 G に選択的に電流を注入し導波効率を改善することができる。本具体例によれば、プロトン照射を用いることにより、酸化膜や樹脂を設けることなく、電極パッド 3 0 の下の部分と電極パッドの間の絶縁も同時に実現できる。

【 0 0 5 2 】

（第 2 の実施例）

次に、本発明の第 2 の実施例について説明する。

【 0 0 5 3 】

図 6（a）は、本発明の第 2 の実施例としての半導体レーザの斜視図であり、同図（b）は、その導波路 W 及び延伸部 G E の要部構成を例示する概念図である。同図については、図 1 乃至図 5 及び図 8 に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【 0 0 5 4 】

本実施例の半導体レーザは、第 1 実施例と同様に n 型 (1 0 0) InP 基板上に形成した InGaAsP/InP 系半導体レーザである。実施例 1 との違いは、エッチストップ層 5 の上に、回折格子 1 0 が形成され、分布帰還型 (D F B : Distributed FeedBack) レーザとされている点である。また、利得導波路部 G は、導波路 W すなわち共振器の中央付近に設けられ、両側の端面 5 0 0 には無反射 (A R : Anti-Reflection) コートが施されている。

【 0 0 5 5 】

本実施例においても、利得導波部 G から平坦に伸びた延伸部 G E に渡って「段切れ」を生ずることなく電極パッド 3 0 を形成することができるという効果が得られる。

【 0 0 5 6 】

さらに、本実施例においては、利得導波路部 G を実効的な「位相シフト」として作用させることもできる。すなわち、一般に、両端面無反射の D F B レーザにおいては、その共振器中央において回折格子の位相を導波路波長の $1/4$ だけシフトさせた、いわゆる $\lambda/4$ 位相シフト D F B レーザとすると、単一縦モード性能が顕著に改善される。この理由は、均一な回折格子の場合には、両側の反射による位相シフトの合計がブラッグ波長で π になるために位相条件を満足することができないのに対して、「位相シフト」を設けることによってブラッグ波長で位相条件を満足することができ、ブラッグ波長での発振が得られるからである。

【 0 0 5 7 】

本実施例の利得導波路部 G は、その前後のリッジ導波路部 R に対して実効屈折率が変化する。これにより、実効的な「位相シフト」を実現できる。その結果として、 $\lambda/4$ 位相シフト D F B レーザを容易に実現することができ、低しきい値でブラッグ波長で発振させることができる。

【 0 0 5 8 】

また、利得導波型の導波路部 G においては、注入される電流量に応じて実効的な導波路幅が変化する。従って、実効的な「位相シフト」の量も、電流すなわちレーザのしきい値や印加バイアスによって変化させやすい。一般にレーザを直接変調すると、「チャープング」と呼ばれる波長変動が生ずる。これが、光ファイ

バの分散によって信号を長距離伝送させることを阻害する。注入電流量に対する実効的位相シフト量の変化を、この波長チャープを打ち消す方向に設計することにより、チャープの少ないDFBレーザを実現することができる。

【 0 0 5 9 】

すなわち、注入電流量に応じて、レーザ内部での電流の拮がりが変化し、これに対応してモードや光密度分布あるいは屈折率が変わるので、利得導波路部Gのサイズや物性を調節することによりこれらのパラメータを制御して、波長チャープを抑えることが可能となる。

【 0 0 6 0 】

一方、DFBレーザにおいて、一方の端面に高い反射率（HR：high-reflectivity）のコーティングを施し、他方の端面には低い反射率（AR）のコーティングを施した、いわゆる「HR／AR構造」と称されるものがある。本発明は、このHR／AR構造のDFBレーザについても適用することができる。

【 0 0 6 1 】

図7は、本発明を適用したHR／AR構造のDFBレーザの要部構成を表す概念図である。すなわち、DFBレーザの導波路Wの一方の端面に高い反射率（HR：high-reflectivity）のコーティングを施し、他方の端面には低い反射率（AR）のコーティングが施されている。そして、導波路WのHR端面側に、利得導波路部Gが設けられ、残りの部分はリッジ導波路部Rにより形成されている。

【 0 0 6 2 】

本変型例においては、HR端面側に設けた利得導波路部Gにおいて実効的な「位相シフト」を生じさせることができる。その結果として、位相条件を満足しつつブラッグ波長において低しきい値で発振させ、AR端面から高い光出力を得ることができる。

【 0 0 6 3 】

以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、本発明は、前述したInGaAsP/InP系以外にも、GaAs/AlGaAs系、InGaAlP系、InAlGaAs系、ZnSe系を

はじめとした各種の材料系からなる半導体レーザについて同様に適用して同様の効果を得ることができる。

【 0 0 6 4 】

また、本発明は、半導体レーザ以外にも、リッジ導波路を有する各種の光素子、例えば、導波路型受光素子や導波路型光変調器などに対して同様に適用して同様の効果を得ることができる。

【 0 0 6 5 】

さらに、発光素子と光変調器、発光素子と受光素子、あるいは発光素子と受光素子などを組み合わせた光集積回路素子においても、本発明を同様に適用して同様の効果を得ることができる。

【 0 0 6 6 】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、リッジ導波路の一部を利得導波路に置き換えることによって、利得導波部から平坦に伸びた延伸部を形成し、この延伸部の上に電極パッドを形成することができるという効果が得られる。その結果として、「段切れ」を抑制し、絶縁不良や接触不良を解消して、高周波特性や長期信頼性にも優れた安定した電氣的接続を実現することができる。

【 0 0 6 7 】

しかも、本発明によれば、リッジ導波路を埋め込んだり、樹脂を用いた台座を形成するなどの手間が不要であり、素子構造及び製造工程の複雑化も回避することができる。

【 0 0 6 8 】

また、本発明によれば、利得導波路部においてプロトンを選択的に注入する方法により、導波路として作用する利得領域を明瞭に区画し、高い導波効率を得ることもできる。

【 0 0 6 9 】

さらに、本発明によれば、利得導波路部を実効的な「位相シフト」として作用させることにより、上記効果に併せて DFB レーザの発振特性をさらに向上させることが可能となる。

【 0 0 7 0 】

すなわち、本発明によれば、簡単な構成で高い初期性能と信頼性を有する各種の導波路型光素子を提供することが可能となり産業上のメリットは多大である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明にかかる導波路型光素子の平面構成を概念的に表す説明図である。

【図 2】

本発明の第 1 の実施例としての半導体レーザの構成を例示する斜視図である。

【図 3】

図 3 (a) 及び (b) は、それぞれ図 2 における A - A、B - B 線断面図である。

【図 4】

プロトン照射を行った半導体レーザの半導体レーザの構成を例示する斜視図である。

【図 5】

図 5 (a) 及び (b) は、それぞれ図 4 における A - A、B - B 線断面図である。

【図 6】

図 6 (a) は、本発明の第 2 の実施例としての半導体レーザの斜視図であり、同図 (b) は、その導波路 W の要部構成を例示する概念図である。

【図 7】

本発明を適用した HR / AR 構造の DFB レーザの要部構成を表す概念図である。

【図 8】

従来のリッジ導波路型の半導体レーザの典型的構造を表す斜視図である。

【図 9】

本発明者が試作したリッジ導波路型の半導体レーザの変型例である。

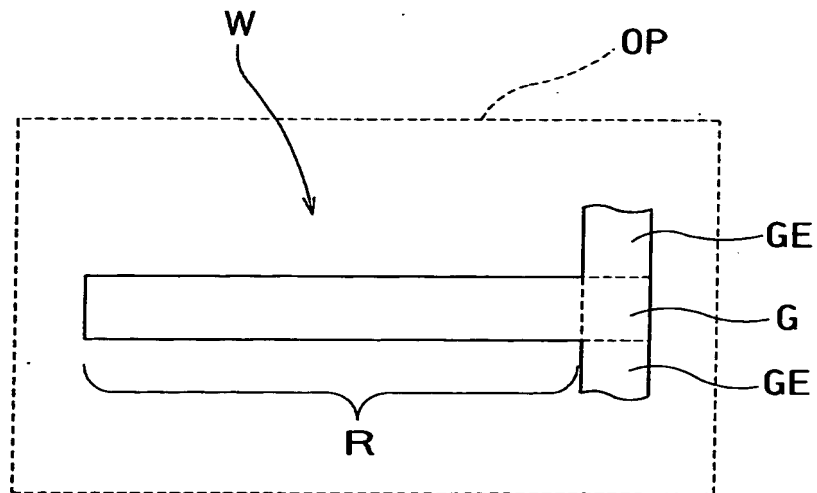
【符号の説明】

1 n 型 InP 基板

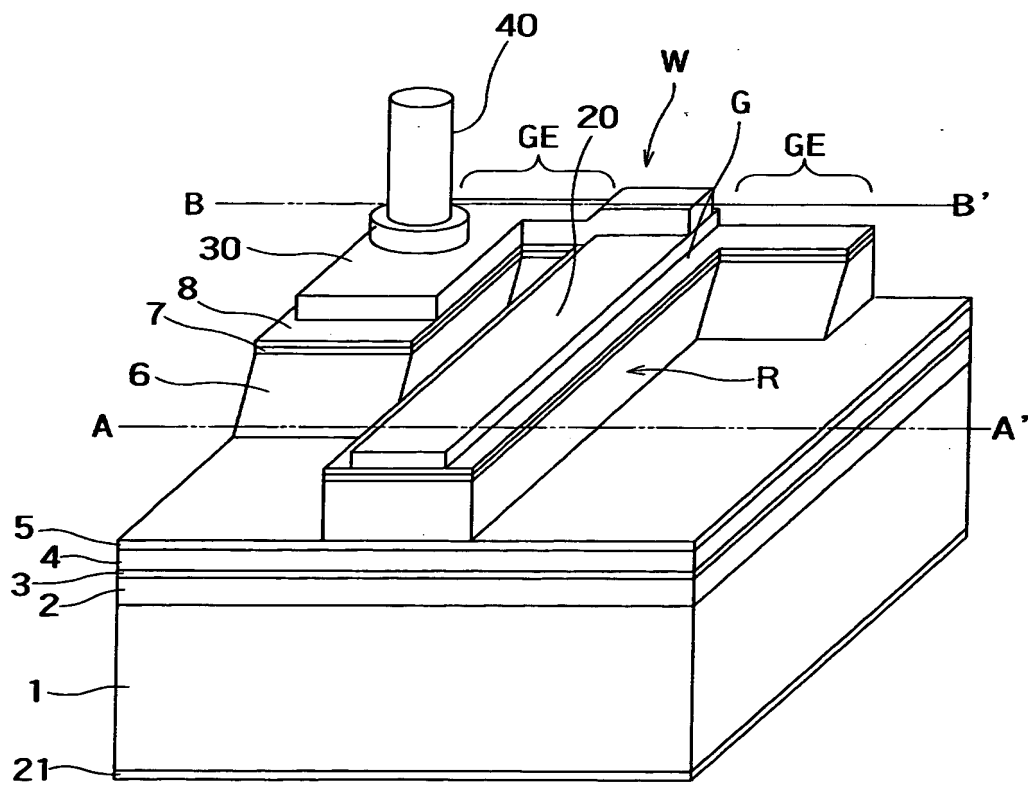
- 2 n型InP下方クラッド層
- 3 アンダーP-InGaAsP-MQW構造導波路コア層(LD活性層)
- 4 p型InP上方第1クラッド層
- 5 p型InGaAsPエッチストップ層
- 6 p型InP上方第2クラッド層
- 7 p型 InGaAsP障壁緩和層
- 8 p⁺型InGaAsコンタクト層
- 1 0 回折格子
- 2 0 p側電極
- 2 1 n側電極
- 3 0 ボンディング・パッド
- 4 0 金ワイア
- 1 0 0 SiO₂絶縁膜
- 2 0 0 ポリイミド台座
- 4 0 0 プロトン照射高抵抗化領域
- 5 0 0 ARコート端面
- G 利得導波路部
- G E 延伸部
- R リッジ導波路部
- W 導波路
- A R 無反射コート
- H R 高反射コート

【書類名】 図面

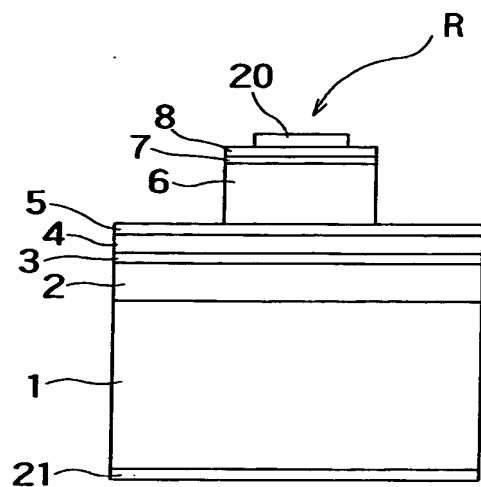
【図 1】



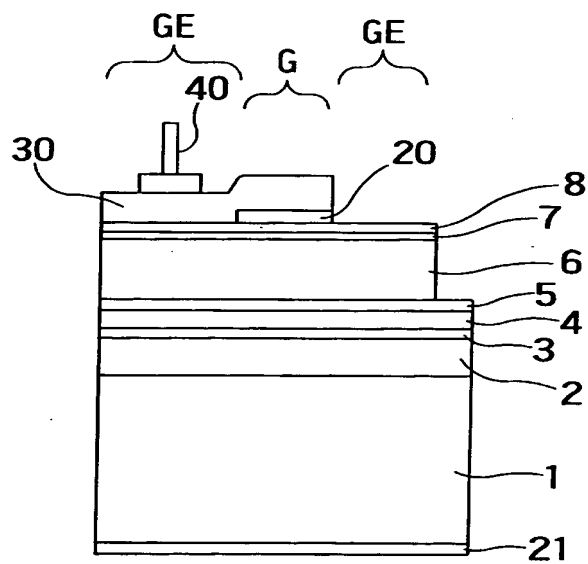
【図 2】



【図 3】

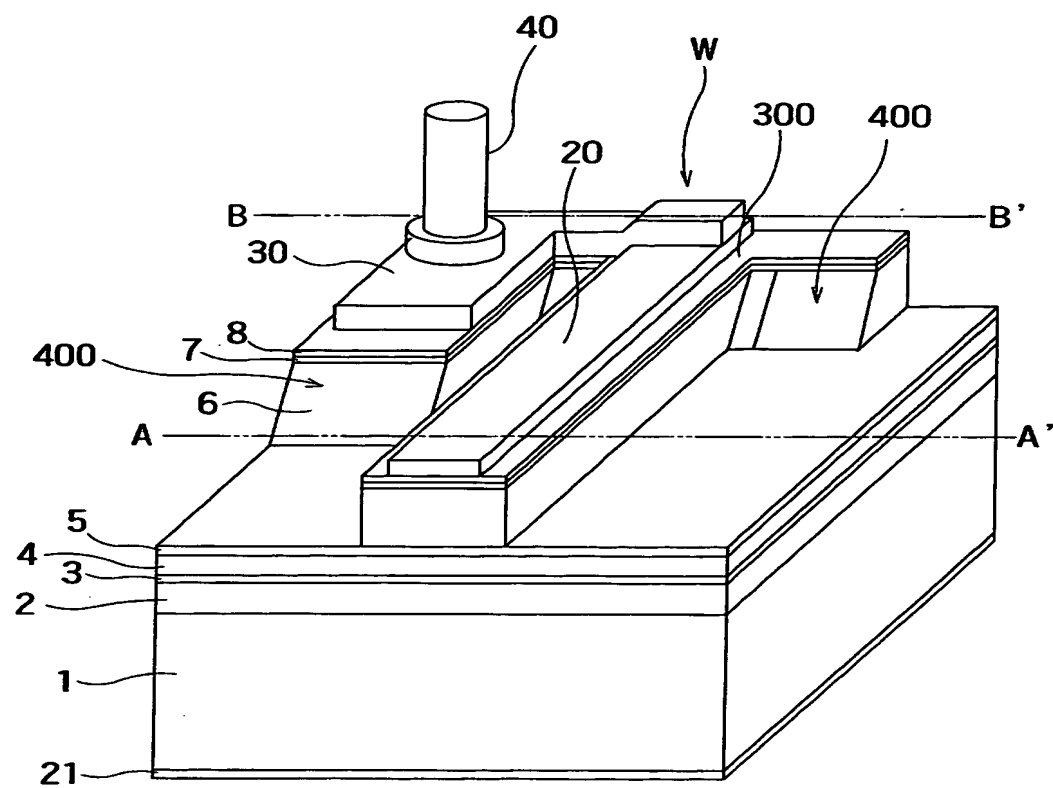


(a)

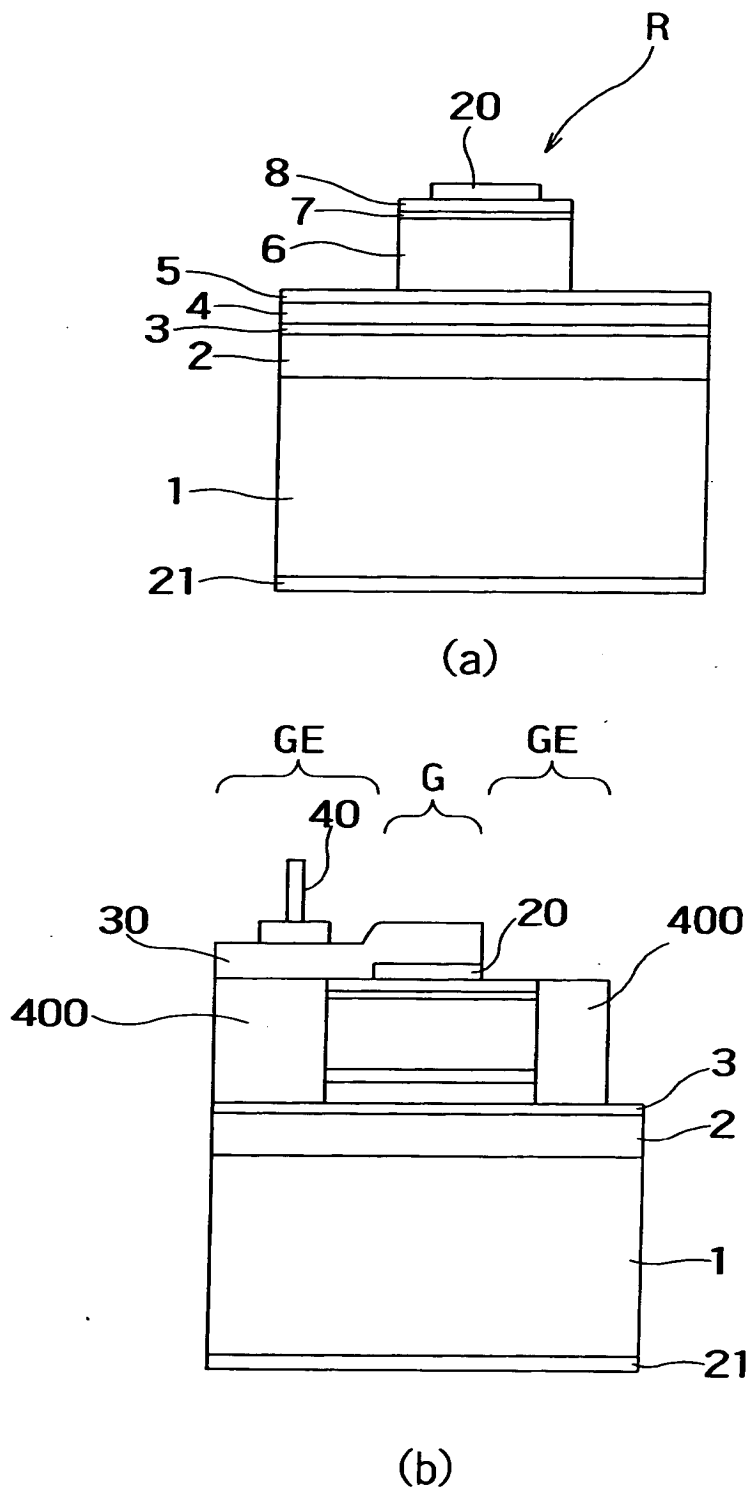


(b)

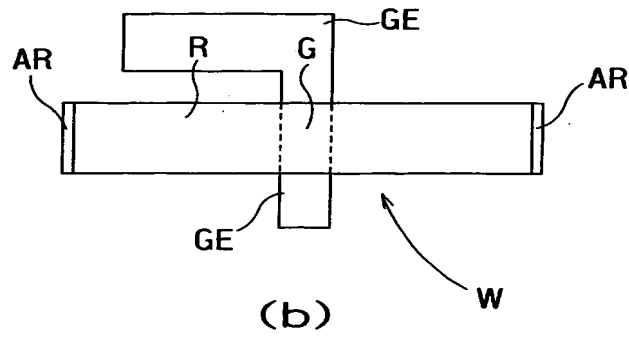
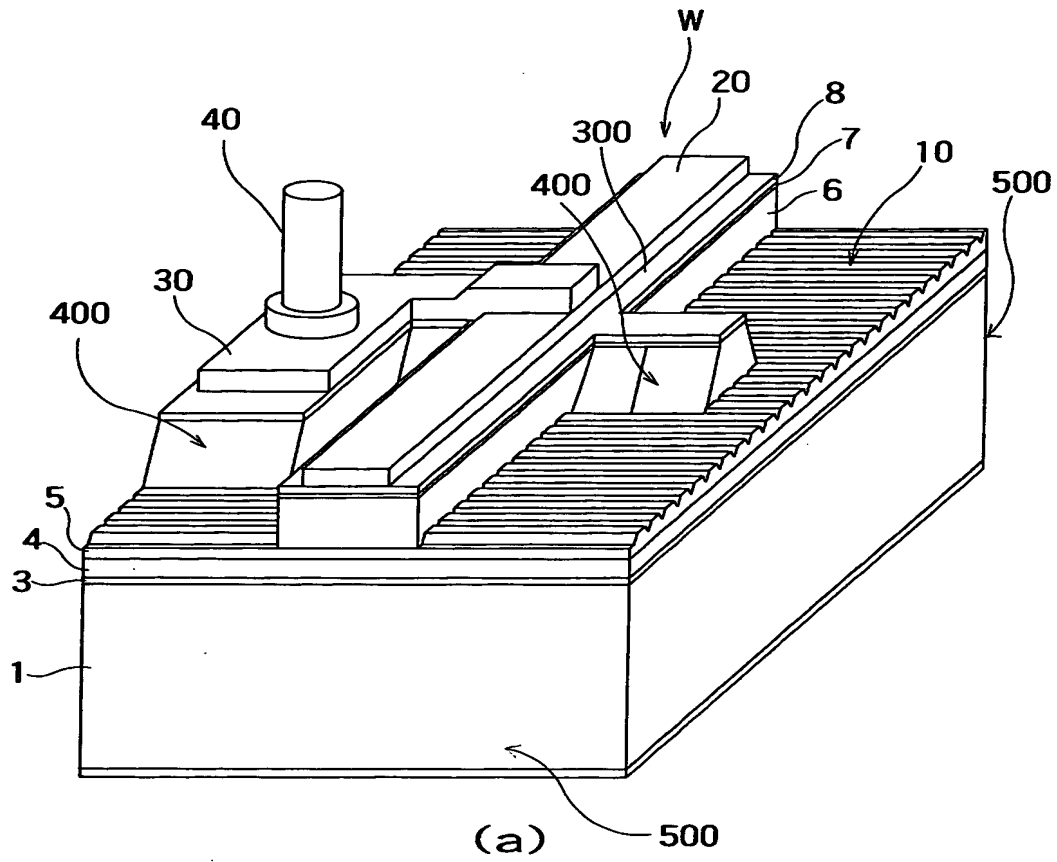
【図4】



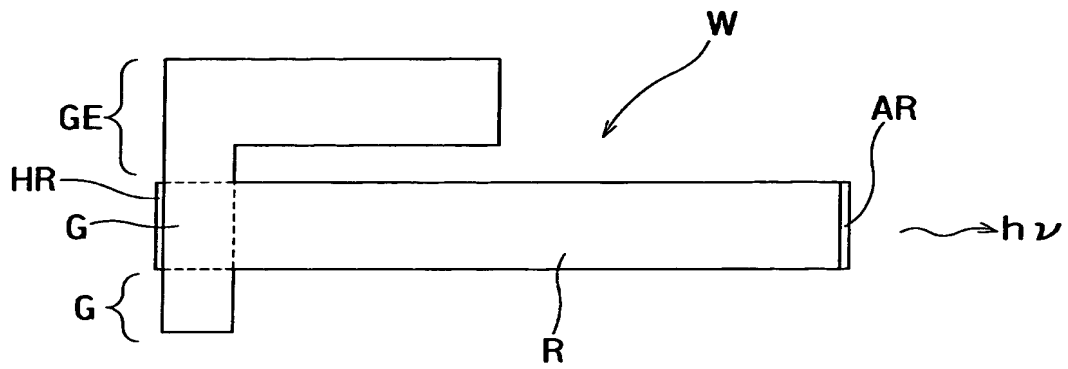
【図5】



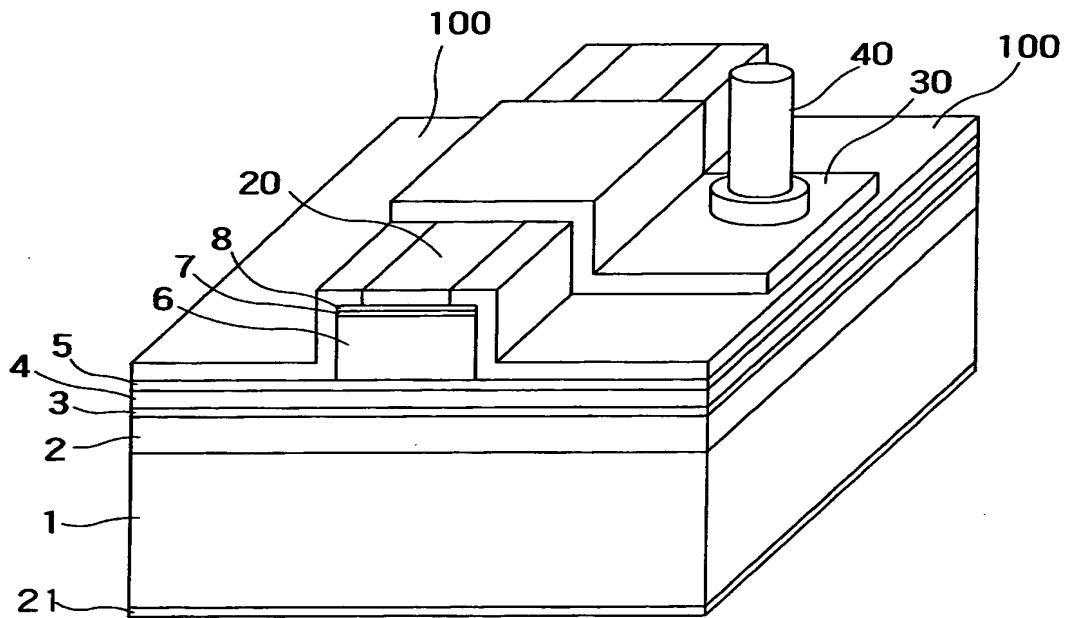
【図6】



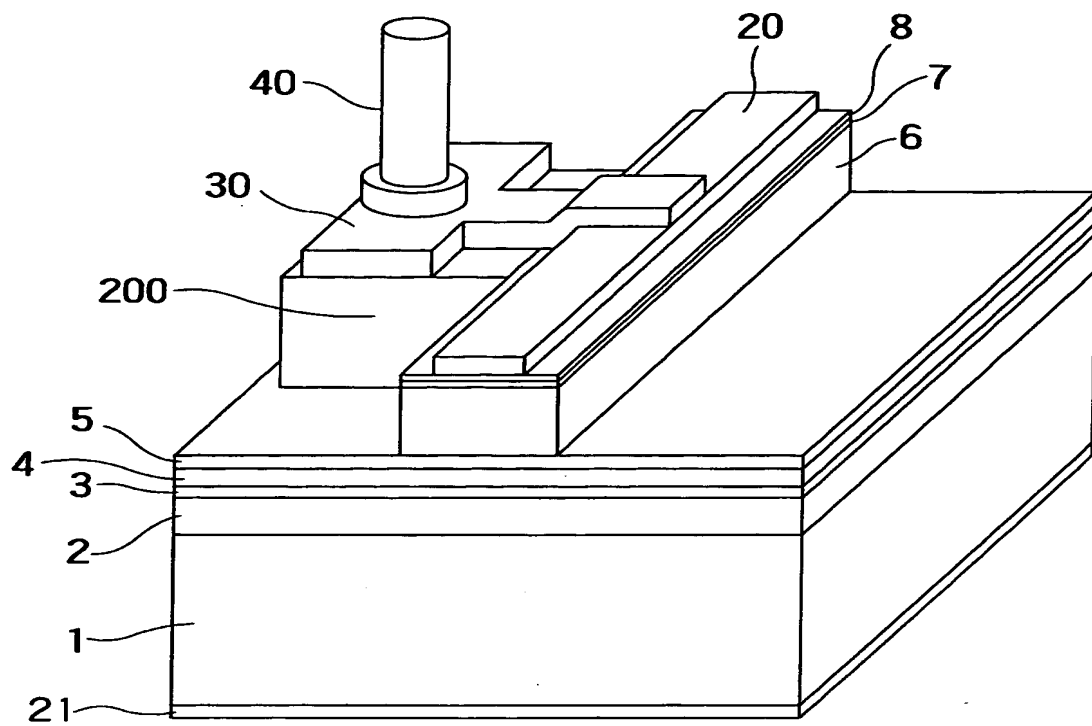
【図 7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 リッジ導波路を有する従来の導波路型光素子の欠点を克服し、樹脂工程などを用いずに電極とパッドとをプレーナ状に接続できる導波路型光素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 光素子の導波路を、導波方向に延在する略ストライプ状の凸部として形成されたリッジ導波路部と、前記リッジ導波路部に光学的に結合された利得領域において光を導波する利得導波路部と、により形成する。利得導波路部から導波路の側方に延在する延伸部を設けることにより、リッジ導波路部の上面から連続する平坦面上で電極パッドを接続することができる。同時に利得導波路部において位相シフト効果を得ることもできる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名	株式会社東芝